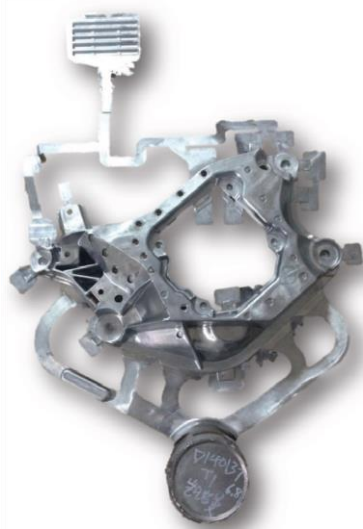


# MAGMATIMES

## Качество – с первой попытки



Неуклонно возрастающие требования к качеству отливок – вызов современности. Каким же образом следует планировать и осуществлять литейный процесс, чтобы получать бездефектную продукцию? Существенным фактором риска является захват воздуха в процессе заполнения формы. Иметь минимальную пористость и максимально соответствовать критериям качества должны, в первую очередь, детали, подлежащие в процессе монтажа сварке.

Компания NingBo HuiWang Casting Mould получила заказ на разработку оснастки для комплексного литья траверсы. С целью повышения качества изделия и минимизации капиталовложений была применена технология

MAGMASOFT® autonomous engineering.

Траверса имеет заданную толщину стенок 4,3 мм, весит 4,45 кг, а её габариты составляют 416 x 182 x 22 мм. Во избежание образования пористости заполнение формы должно осуществляться максимально равномерно и с минимумом воздушных включений. Для достижения этих целей были исследованы четыре варианта питания (рис. 2). Одна из таких схем предусматривает использование пяти небольших питателей (А). Остальные три варианта основаны на применении одного главного и двух небольших вспомогательных питателей (В, С и D). Все четыре

варианта были опробованы в ходе виртуальных экспериментов (DOE) в MAGMASOFT®. Время заполнения сопоставляется с оптимизированным временем "Smooth Filling", на основании которого рассчитывается и минимизируется турбулентность свободной поверхности расплава и, тем самым, вероятность захвата воздуха. Анализ результатов расчётов показывает, что вариант питания А является предпочтительным, а наихудшим является вариант В (см. Рис. 3). Питатель большего объёма позволяет осуществлять более длительное питание критических участков, что помогает выявить

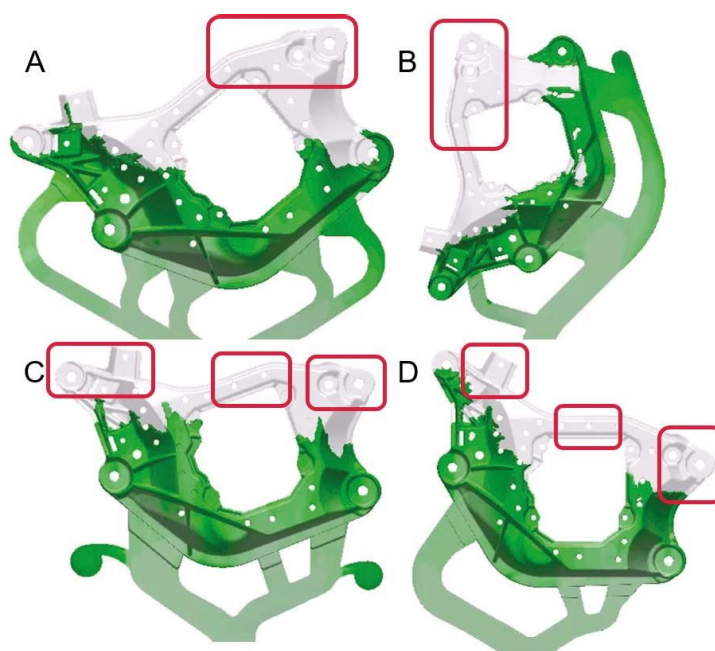


Рис.2: Четыре варианта питания (А - D) и соответствующие результаты заполнения на 75 % (заполняемые в последнюю очередь участки выделены красным цветом)

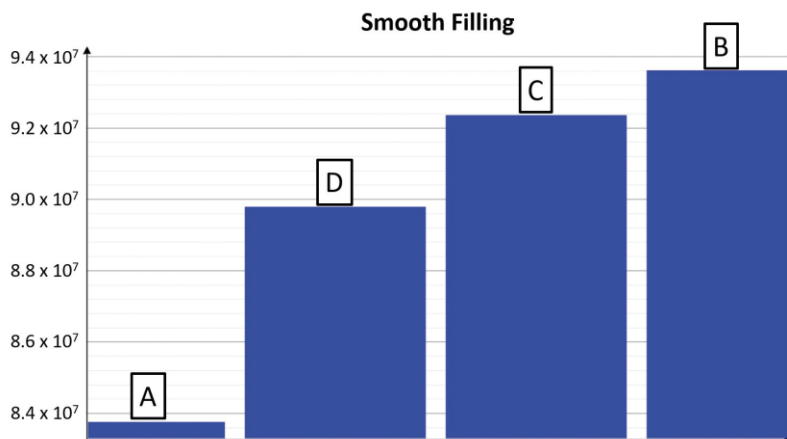


Рис 3: Систематическое сравнение поверхностной турбулентности для четырёх вариантов питания

напряжения и деформации. Кроме того, значительные различия в локальных температурах сокращают срок службы оснастки. Вариант литейной системы А учитывает эти моменты и обеспечивает наилучшее заполнение.

На основе результатов заполнения по варианту А были рассчитано положение промывников. Как показано на рис. 4, в детали обнаруживаются высокие показатели давления воздуха, что затрудняет процесс образования спая. Данная проблема была устранена в результате оптимизации процесса вентиляции.

В качестве последнего шага для выбранной литниковой системы

следует определить оптимальные параметры процесса и, прежде всего, закон движения плунжера.

Виртуальные эксперименты позволили рассчитать скорости второй фазы, что позволило на основании оптимизированных параметров максимально сократить воздушные включения, обеспечить высокое качество отливки и предотвратить образование спая. Кроме того, в качестве переменной величины на второй фазе варьировалась скорость между 3,5 и 4 м/с с шагом 0,1 м/с.

Виртуальный эксперимент подтвердил, что даже при самой низкой скорости на второй фазе и при низких температурах расплава спая можно избежать. Высокое

качество отливки, полученной путём вакуумного литья под давлением, было подтверждено рентген-контролем. В соответствии с прогнозом MAGMASOFT®, сварочные тесты подтвердили низкое содержание газов в отливке. Соответственно, в серийное производство продукт мог быть запущен даже после одного цикла тестирования.

Таким образом, применение MAGMASOFT® как на этапе проектирования, так и в процессе производства позволило за короткое время получить высококачественное изделие с минимальным использованием всех видов ресурсов и без модернизации оснастки.



Компания NingBo HuiWang Casting Mould Industrial Co., Ltd., основанная в 1992 г., является международным поставщиком продукции для автомобилестроения и электронной промышленности. Программное обеспечение MAGMASOFT® применяется на предприятии с 2013 г.

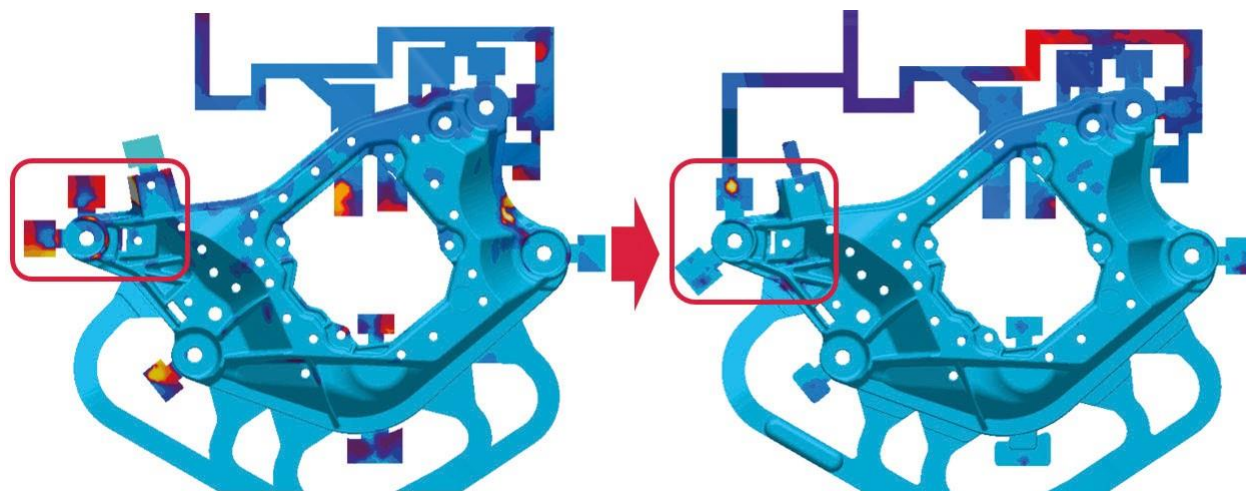


Рис. 4: Давление воздуха для исходного варианта конструкции Überläufe (слева) и с дополнительными вентилями (справа)

# Виртуальные эксперименты увеличивают срок эксплуатации оснастки

Непродолжительный срок эксплуатации оснастки – одна из основных составляющих затрат при литье под давлением. Итальянская литейная компания Mazzucconi использовала возможности виртуального экспериментирования в MAGMASOFT® для существенного увеличения срока службы механизма управления формой.

Срок службы оснастки для производимой долгое время отливки перестал соответствовать современным требованиям. Изменения в геометрии отливки для запуска её в серию стали невозможными. Исходя из этого, представилось целесообразным соотнести основные параметры процесса со сроком службы формы и соответствующим образом их подкорректировать. Одним из основных факторов, определяющих продолжительность эксплуатации формы, являются термомеханические напряжения на поверхности формы, определяющие степень её износа.

Эти напряжения образуются вследствие перепада температур в продолжение рабочего цикла. На предприятии Mazzucconi были исследованы следующие параметры:

- Расстояние венцов от поверхности формы
- Диаметр венцов
- Температура хладагента
- Процесс заливки
- Процесс смазки

Для каждого из пяти параметров был разработан отдельный план экспериментов. Для оценки срока

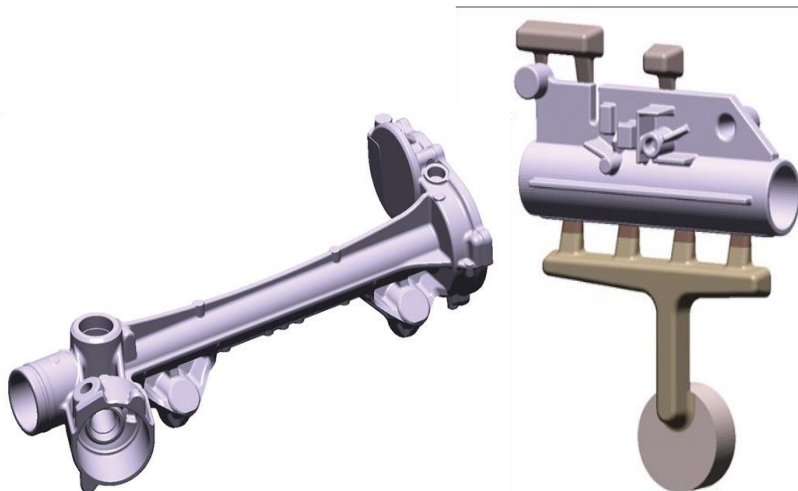


Рис. 1: Реальная деталь и модель для виртуальных экспериментов

службы формы были использованы программные модули MAGMASOFT® и MAGMAdielife. С целью экономии вычислительных ресурсов было создано геометрическое тело, с характеристиками, близкими к характеристикам оригинальной детали, рис. 1.

Вначале расчетные данные были сопоставлены с реальным дефектом отливки. На рис. 2 показан отразившийся на отливке дефект формы.

Для виртуального исследования расстояния вента от поверхности формы, помимо исходного, были выбраны три переменных показателя расстояния: 3d, 5d и 7d. Дополнительно был рассчитан вариант с отключённым термостатированием формы.

Результаты расчётов показывают, что срок службы формы уменьшается с увеличением расстояния от вента до её

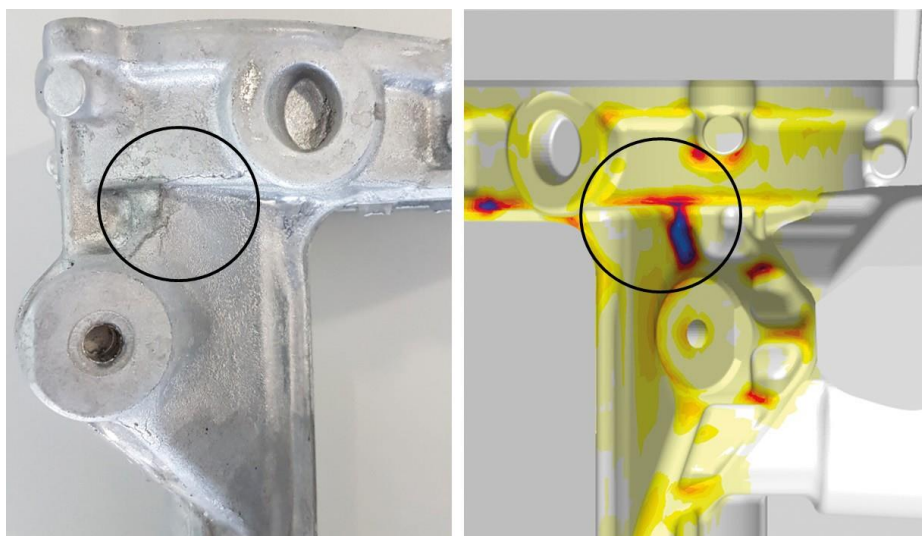


Рис. 2: Отразившийся на отливке дефект формы (слева) в сравнении с расчётным (справа)

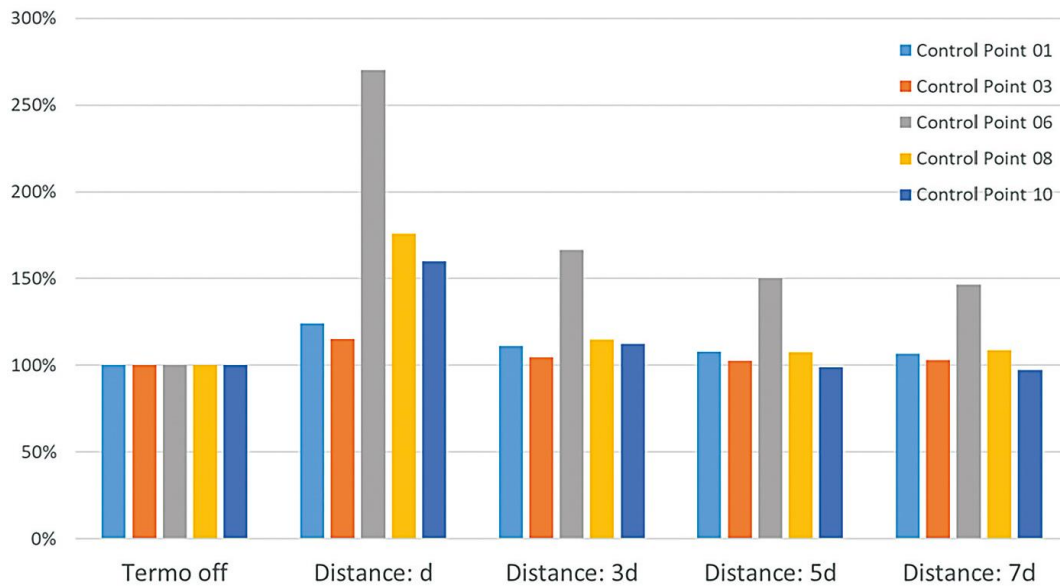


Рис. 3: Влияние расстояния между вентом и поверхностью на срок службы формы

поверхности, рис. 3. На рис. 4 показан график изменения температуры в определённой точке поверхности формы для всех четырёх вариантов. С увеличением расстояния от вента до поверхности формы температура поверхности возрастает к моменту начала смазки. Высокая температура формы способствует образованию в процессе смазки высокого температурный градиента, обуславливающего повышенные собственные напряжения на

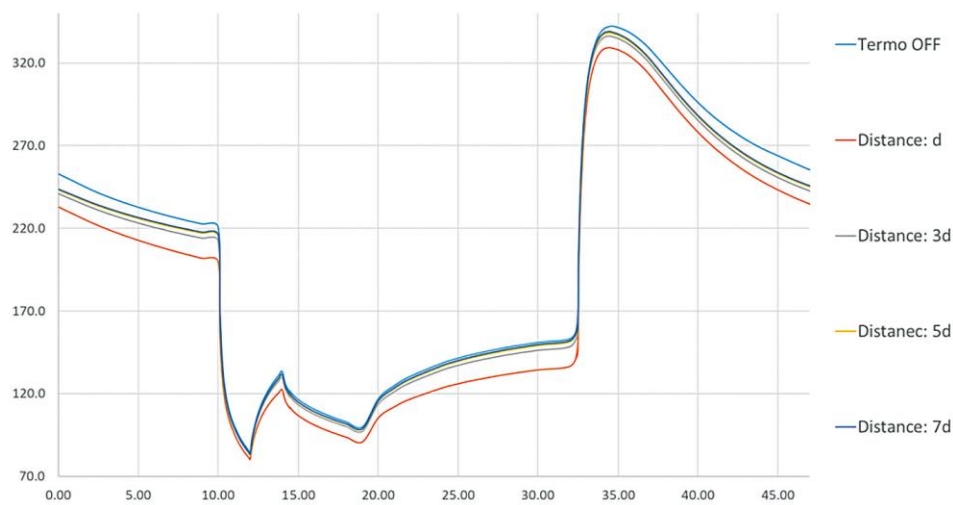


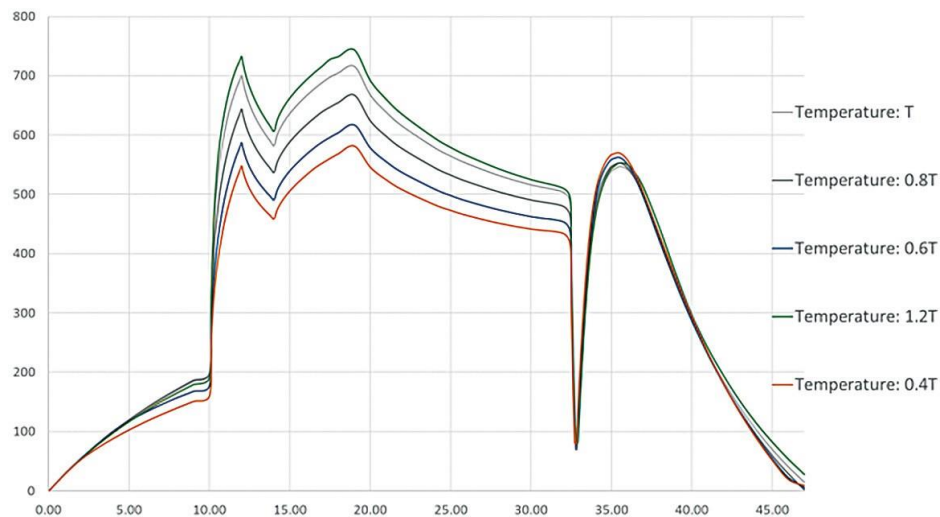
Рис. 4: Изменение температуры в точке 6 для различной глубины расположения вентов

между вентом и поверхностью формы. С увеличением нагрузки срок службы формы сокращается.

Аналогичные виртуальные эксперименты были проведены и для других переменных процесса. Основными выводами стали следующие:

Диаметр вентов не влияет на срок службы формы.

Температура хладагента на исследуемом участке существенно влияет на срок службы формы. Форма с более холодным агентом имеет меньший перепад температур и, соответственно, меньшие напряжения. Рост температуры на поверхности формы при



Вид 5: Изменение напряжения в точке 6 при изменении температуры вента

поверхности формы.

Напряжение сжатия в начале затвердевания обычно не изменяется. В целом амплитуда

между напряжениями при растяжении (во время смазки) и напряжениями сжатия (при заполнении/затвердевании) растёт с увеличением расстояния

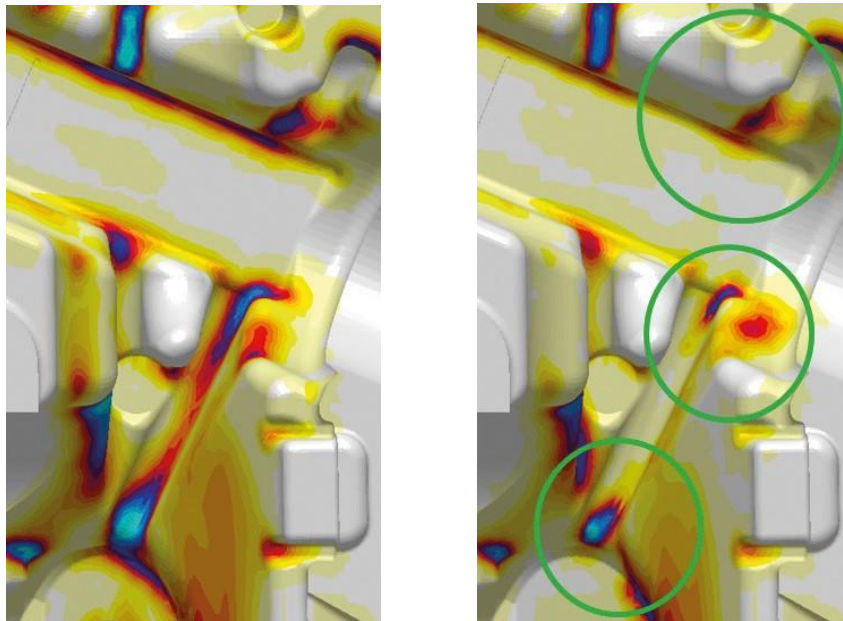


Рис. 6: Срок службы с первоначальными рабочими (слева) и с оптимизированными (справа)

заполнении/затвердевании, в целом, не изменяется, в силу чего практически не изменяется и давление сжатия. В целом амплитуда переменного напряжения сокращается с понижением температуры хладагента (см. рис. 5).

Исследование процесса смазки показало, что прерывистая смазка небольшими порциями обуславливает меньшие напряжения на поверхности формы, чем интенсивная смазка.

Таким образом, процесс смазки оказывает значительное влияние на срок службы формы. Соответственно, перепад температур при смазке должен быть минимальным. На основании вышесказанного для серийного

производства следует определить следующие параметры:

- По возможности закладывать венты ближе к поверхности с целью поддержания температуры поверхности перед смазкой максимально низкой.
- Температура вентов понижается.
- Температура заливки максимально понижается.
- Производить смазку многочисленными небольшими порциями.
- Смазку следует производить безводными средствами.

Расчеты в MAGMASOFT® новых условий литья показали, что срок службы формы может быть существенно увеличен (рис. 6). Результаты расчетов подтвердились в ходе производства.



Итальянская компания Fonderie Mario Mazzucconi

S.p.A. является ведущим предприятием по производству изделий из алюминиевых сплавов методами гравитационного литья, литья под высоким и низким давлением.